

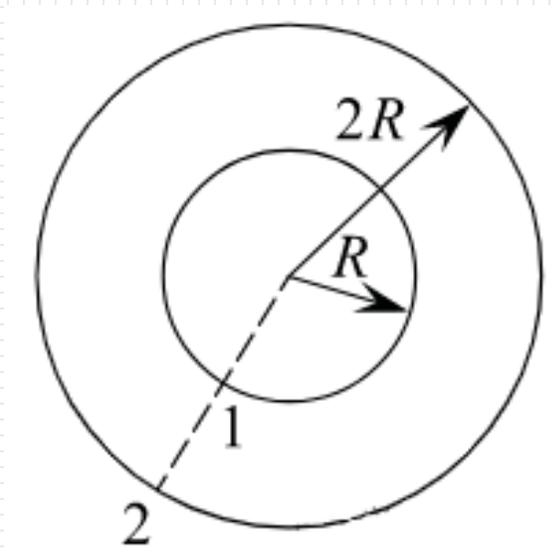
# Пример тестовых заданий по вступительному испытанию **ФИЗИКА**



ЯРОСЛАВСКИЙ  
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
ТЕХНИЧЕСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ

## ЗАДАНИЕ 1

Два велосипедиста совершают кольцевую гонку с одинаковой угловой скоростью. Положения и траектории движения велосипедистов показаны на рисунке. Чему равно отношение линейных скоростей велосипедистов  $v_1/v_2$ ?



## РЕШЕНИЕ

При движении по окружности угловая и линейная скорости тела связаны с радиусом окружности соотношением:  $v = \omega r$ . Поскольку велосипедисты едут с одинаковым угловыми скоростями, для отношения линейных скоростей велосипедистов имеем:

$$\frac{v_1}{v_2} = \frac{\omega \cdot R}{\omega \cdot 2R} = 0,5.$$

Ответ:

- 1) 0,5
- 2) 0,25
- 3) 0,75
- 4) 2

## ЗАДАНИЕ 2

На неподвижном горизонтальном столе лежит однородный куб. Его убирают, и вместо него кладут другой куб, сделанный из материала с втрое меньшей плотностью, и с ребром вдвое меньшей длины. Во сколько раз уменьшится давление, оказываемое кубом на стол?

## РЕШЕНИЕ

При уменьшении ребра кубика в два раза, его объем уменьшается в  $2^3 = 8$  раз. При этом, площадь основания  $S$  уменьшилась в  $2^2 = 4$  раза.

При уменьшении плотности куба в 3 раза, его масса  $m = \rho V$  уменьшилась в  $3 \cdot 8 = 24$  раза.

Тогда, давление, оказываемое кубом на стол:

$$p = \frac{F}{S} = \frac{mg}{S} \text{ уменьшится в } \frac{24}{4} = 6 \text{ раз}$$

Ответ:

- 1) 6
- 2) 12
- 3) 36
- 4) 3

## ЗАДАНИЕ 3

Пустой цилиндрический стеклянный стакан плавает в воде, погрузившись на  $\frac{3}{4}$  своей высоты. Дно стакана при плавании горизонтально, плотность стекла  $2500 \text{ кг/м}^3$ . Чему равно отношение внутреннего объёма стакана к его наружному объёму? Ответ представьте в виде десятичной дроби, округлив до десятых долей.

## РЕШЕНИЕ

Обозначим за  $V_1$  объём части стекла, за  $V_2$  объём части воздуха. Тогда стакан давит вниз с силой  $F_{\text{тяж}} = mg = V_1 \cdot \rho_{\text{ст}} \cdot g$ , но, с другой стороны, действует сила Архимеда  $F_{\text{арх}} = \frac{3}{4} \rho_{\text{в}} \cdot g \cdot (V_1 + V_2)$ .

Условие плавания тел:  $F_{\text{арх}} = F_{\text{тяж}}$ .

Приравниваем:

$$2500 \cdot g \cdot V_1 = \frac{3}{4} \cdot 1000 \cdot g \cdot (V_1 + V_2).$$

Нужно найти отношение внутреннего объёма к внешнему, т.е. отношение объёма воздуха ко всему объёму  $\frac{V_2}{(V_1 + V_2)}$ .

$$\frac{V_1}{(V_1 + V_2)} = \frac{750}{2500} = 0,3 \text{ — отношение объёма стекла ко всему объёму,}$$

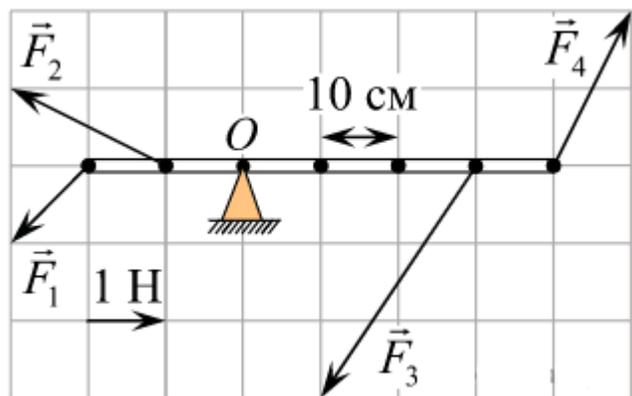
$$\frac{V_2}{(V_1 + V_2)} = 1 - 0,3 = 0,7 \text{ — из-за связи объёмов воздуха и стекла.}$$

Ответ:

- 1) 0,7
- 2) 0,5
- 3) 1,3
- 4) 2,2

## ЗАДАНИЕ 4

Очень лёгкая рейка закреплена на горизонтальной оси  $O$ , перпендикулярной плоскости рисунка, и может вращаться вокруг неё без трения. К рейке приложены четыре силы, изображённые на рисунке.



Из приведённого ниже списка выберите все правильные утверждения.

- 1) Относительно оси  $O$  минимальное плечо имеет сила  $F_1$ .
- 2) Относительно оси  $O$  максимальное плечо имеет сила  $F_4$ .
- 3) Относительно оси  $O$  минимальным будет момент, создаваемый силой  $F_1$ .
- 4) Относительно оси  $O$  максимальным будет момент, создаваемый силой  $F_4$ .
- 5) Под действием всех изображённых на рисунке сил рейка вращаться не будет.

## РЕШЕНИЕ

1. Неверно. Плечо силы — кратчайшее расстояние от точки опоры до линии действия силы. На рисунке красным цветом обозначены плечи приложенных сил. Найдём углы, образованные векторами сил с осью рычага:

$\sin \alpha_1 = \frac{1}{\sqrt{2}}$ ,  $\sin \alpha_2 = \frac{1}{\sqrt{5}}$ ,  $\sin \alpha_3 = \frac{3}{\sqrt{13}}$ ,  
 $\sin \alpha_4 = \frac{2}{\sqrt{5}}$ . Тогда плечи сил равны:  $l_1 = 20 \cdot \sin \alpha_1 = \frac{20}{\sqrt{2}}$  см,  $l_2 = 10 \cdot \sin \alpha_2 = \frac{10}{\sqrt{5}}$  см,

$l_3 = 30 \cdot \sin \alpha_3 = \frac{90}{\sqrt{13}}$  см,  $l_4 = 40 \cdot \sin \alpha_4 = \frac{80}{\sqrt{5}}$  см.

2. Верно, см. пункт 1.

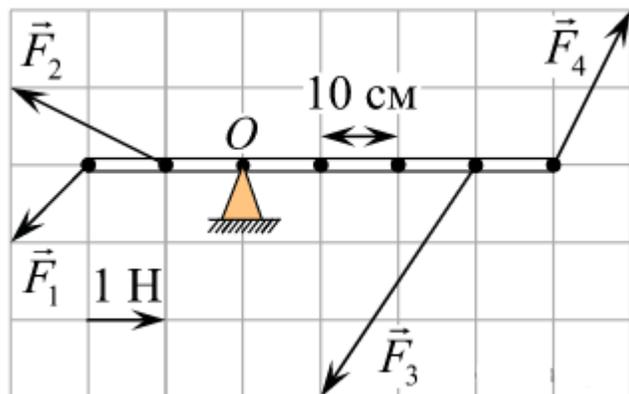
3. Неверно. Момент силы — произведение силы на плечо. Найдём по рисунку модули приложенных сил:  $F_1 = \sqrt{2}$  Н,  $F_2 = \sqrt{5}$  Н,  $F_3 = \sqrt{13}$  Н,  $F_4 = \sqrt{5}$  Н. Тогда модули моментов приложенных сил равны:  $M_1 = \sqrt{2} \cdot \frac{20}{\sqrt{2}} = 20$  Н·см,  $M_2 = \sqrt{5} \cdot \frac{10}{\sqrt{5}} = 10$  Н·см,

$M_3 = \sqrt{13} \cdot \frac{90}{\sqrt{13}} = 90$  Н·см,  $M_4 = \sqrt{5} \cdot \frac{80}{\sqrt{5}} = 80$  Н·см.



## ЗАДАНИЕ 4

Очень лёгкая рейка закреплена на горизонтальной оси  $O$ , перпендикулярной плоскости рисунка, и может вращаться вокруг неё без трения. К рейке приложены четыре силы, изображённые на рисунке.



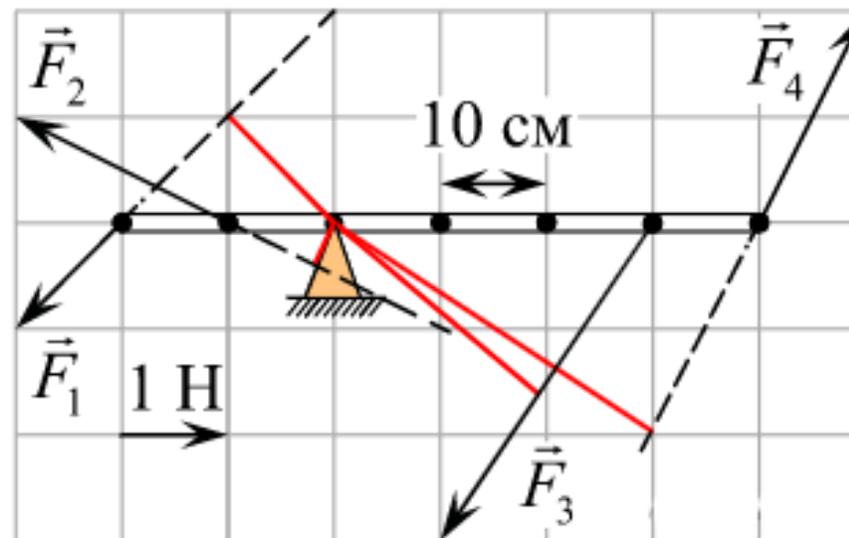
Из приведённого ниже списка выберите все правильные утверждения.

- 1) Относительно оси  $O$  минимальное плечо имеет сила  $F_1$ .
- 2) Относительно оси  $O$  максимальное плечо имеет сила  $F_4$ .
- 3) Относительно оси  $O$  минимальным будет момент, создаваемый силой  $F_1$ .
- 4) Относительно оси  $O$  максимальным будет момент, создаваемый силой  $F_4$ .
- 5) Под действием всех изображённых на рисунке сил рейка вращаться не будет.

## РЕШЕНИЕ

4. Неверно, см. пункт 3.

5. Верно. Запишем правило моментов, с учётом, что вторая и третья сила будут вращать тело по часовой стрелке:  $M_1 - M_2 - M_3 + M_4 = 20 - 10 - 90 + 80 = 0$ . Следовательно, рейка вращаться не будет.



Ответ:

- 1) 25
- 2) 125
- 3) 34
- 4) 234

## ЗАДАНИЕ 5

Массивный груз, подвешенный к потолку на пружине, совершает вертикальные свободные колебания. Пружина всё время остаётся растянутой. Что происходит при этом со скоростью груза и его потенциальной энергией в поле тяжести, когда груз движется вверх от положения равновесия?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличивается
- 2) уменьшается
- 3) не изменяется

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины.

Цифры в ответе могут повторяться.

Скорость груза	Потенциальная энергия груза в поле тяжести

## РЕШЕНИЕ

В положении равновесия скорость груза максимальна. Поэтому при движении вверх от положения равновесия, скорость груза уменьшается.

Потенциальная энергия груза  $mgh$  определяется изменением вертикальной координаты груза. Ясно, что при движении вверх, потенциальная энергия груза увеличивается.

Ответ:

- 1) 21
- 2) 32
- 3) 23
- 4) 31

## ЗАДАНИЕ 6

Груз массой  $m$ , подвешенный к длинной нерастяжимой нити длиной  $l$ , совершает колебания с периодом  $T$ . Угол максимального отклонения равен  $\alpha$ . Что произойдет с периодом колебаний, максимальной кинетической энергией и частотой колебаний нитяного маятника, если при неизменном максимальном угле отклонения груза увеличить длину нити?

К каждому элементу первого столбца подберите соответствующий элемент из второго и внесите в строку ответов выбранные цифры под соответствующими буквами.

### ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

- А) Период колебаний
- Б) Максимальная кинетическая энергия
- В) Частота колебаний

### ИЗМЕНЕНИЕ ВЕЛИЧИНЫ

- 1) Увеличивается
- 2) Уменьшается
- 3) Не изменится

А	Б	В

## ЗАДАНИЕ 6

### РЕШЕНИЕ

Период колебаний связан с длиной нити и величиной ускорения свободного падения  $g$  соотношением:

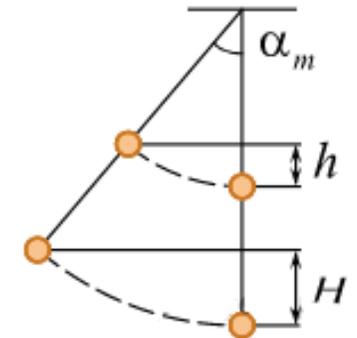
$$T = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}.$$

Следовательно, при увеличении длины нити период колебаний увеличится (А — 1). Частота обратно пропорциональна периоду, значит, частота уменьшится (В — 2). При колебаниях нитяного маятника выполняется закон сохранения полной механической энергии, поскольку на него не действует никаких внешних сил, совершающих работу. Будем отсчитывать потенциальную энергию маятника от положения устойчивого равновесия. Тогда максимальная кинетическая энергия груза будет равна его потенциальной энергии во время максимального отклонения из положения равновесия.

Из рисунка видно, что при увеличении длины нити и неизменном угле максимального отклонения, высота подъема груза над положением равновесия увеличивается ( $h < H$ ), а значит, увеличивается его потенциальная энергия в этом положении. Таким образом, при увеличении длины нити и неизменном угле  $\alpha_m$  максимальная кинетическая энергия груза увеличивается (Б — 1).

Ответ:

- 1) 112
- 2) 232
- 3) 221
- 4) 132



## ЗАДАНИЕ 7

Во сколько раз изменится давление разреженного одноатомного газа, если абсолютная температура газа уменьшится в 2 раза, а концентрация молекул увеличится в 2 раза?

## РЕШЕНИЕ

Можно считать, что разреженный одноатомный газ подчиняется уравнению состояния для идеального газа:  $p=nkT$ . Таким образом, если абсолютная температура газа уменьшится в 2 раза, а концентрация молекул увеличится в 2 раза, давление газа не изменится.

Ответ:

- 1) 1
- 2) 4
- 3) 16
- 4) 32

## ЗАДАНИЕ 8

Для нагревания на  $72^{\circ}\text{C}$  чугунной детали потребовалось сообщить ей некоторое количество теплоты. На сколько градусов нагреется алюминиевая деталь той же массы, если сообщить ей такое же количество теплоты?

Ответ дайте в  $^{\circ}\text{C}$ .

## РЕШЕНИЕ

Количество теплоты, необходимое для нагревания тела  $Q = mc\Delta t$ . Учитывая, что массы тел одинаковые, количество теплоты получено обоими телами одинаковое, получаем:  
 $mc_a\Delta t_a = mc_{\text{ч}}\Delta t_{\text{ч}}$

$$\Delta t_a = \frac{c_{\text{ч}}\Delta t_{\text{ч}}}{c_a} = \frac{500 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}\cdot^{\circ}\text{C}} \cdot 72^{\circ}\text{C}}{900 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}\cdot^{\circ}\text{C}}} = 40^{\circ}\text{C}.$$

Ответ:

- 1) 40
- 2) 62
- 3) 221
- 4) 13

## ЗАДАНИЕ 9

Газ в некотором процессе отдал количество теплоты 35 Дж, а внутренняя энергия газа в этом процессе увеличилась на 10 Дж. Какую работу совершили над газом внешние силы? (Ответ дать в Джоулях.)

## РЕШЕНИЕ

Согласно первому началу термодинамики изменение внутренней энергии газа равно разнице между совершённой над ним работой внешних сил и отданным газом теплом

$$\Delta U = A_{\text{вн}} - Q_{\text{отд}}$$

Работа, которую совершили над газом внешние силы, равна

$$A_{\text{вн}} = \Delta U + Q_{\text{отд}} = 10 \text{ Дж} + 35 \text{ Дж} = 45 \text{ Дж}.$$

Ответ:

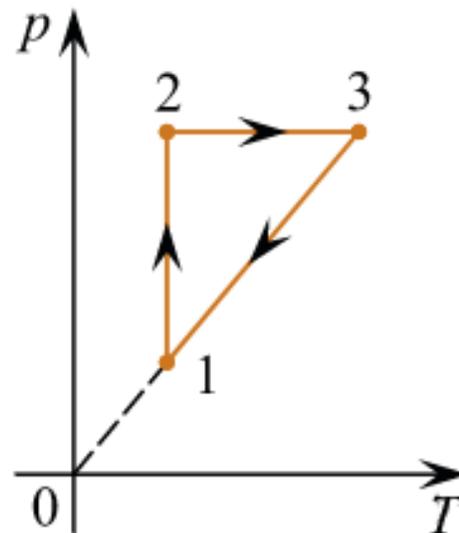
- 1) 45
- 2) 25
- 3) 3,5
- 4) 350

## ЗАДАНИЕ 10

В результате эксперимента по изучению циклического процесса, проводившегося с некоторым постоянным количеством одноатомного газа, который в условиях опыта можно было считать идеальным, получилась зависимость давления  $p$  от температуры  $T$ , показанная на графике. Выберите все утверждения, соответствующие результатам этого эксперимента, и запишите в таблицу цифры, под которыми указаны эти утверждения.

## РЕШЕНИЕ

- 1) В процессе 1–2 газ совершал отрицательную работу.
- 2) В процессе 2–3 газ совершал отрицательную работу.
- 3) В процессе 3–1 газ совершал положительную работу.
- 4) Изменение внутренней энергии газа на участке 1–2 было меньше изменения внутренней энергии газа на участке 2–3.
- 5) В процессе 3–1 газ совершал отрицательную работу



## ЗАДАНИЕ 10

### РЕШЕНИЕ

1) Процесс 1–2 — изотермическое увеличение давления, следовательно, по закону Бойля — Мариотта:  $pV = \text{const}$ , значит, газ сжимался, то есть совершал отрицательную работу.

2) Процесс 2–3 — это изобарическое увеличение температуры, следовательно, по закону Гей-Люссака  $V/T = \text{const}$ , то есть объём также увеличивался. Следовательно, газ совершал положительную работу.

3) Заметим, что график построен в переменных  $p$ – $T$ , процесс 3–1 — линейный, следовательно, процесс 3–1 — изохора, значит, работа не совершается.

4) Изменение внутренней энергии идеального газа прямо пропорционально изменению температуры. Изменение температуры в процессе 1–2 равно нулю, в процессе 2–3 — больше нуля, следовательно, изменение внутренней энергии на участке 2–3 больше, чем на участке 1–2.

5) Заметим, что график построен в переменных  $p$ – $T$ , процесс 3–1 — линейный, следовательно, процесс 3–1 — изохора, значит, работа не совершается.

Ответ:

1) 14

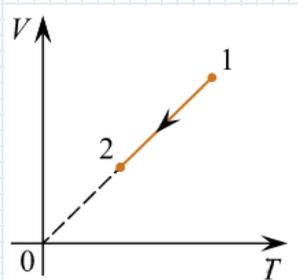
2) 25

3) 23

4) 45

## ЗАДАНИЕ 11

Один моль одноатомного идеального газа участвует в процессе 1–2, график которого изображён на рисунке в координатах  $V$ – $T$  ( $V$  — объём и  $T$  — абсолютная температура газа). Как изменяются в ходе этого процесса внутренняя энергия газа и его давление?



Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличивается
- 2) уменьшается
- 3) не изменяется

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины.

Цифры в ответе могут повторяться.

Внутренняя энергия газа	Давление газа

## РЕШЕНИЕ

Внутренняя энергия фиксированного количества идеального газа зависит только от температуры, т. е. уменьшение температуры приведет к уменьшению внутренней энергии газа.

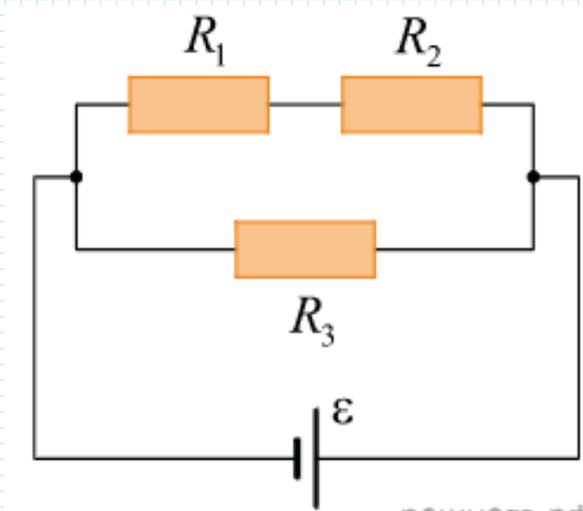
На графике изображен изобарный процесс, т. к.  $V/T = \text{const}$ , следовательно, давление газа остается постоянным.

Ответ:

- 1) 23
- 2) 22
- 3) 13
- 4) 32

## ЗАДАНИЕ 12

Какая мощность выделяется в резисторе  $R_2$ , включённом в электрическую цепь, схема которой изображена на рисунке? (Ответ дать в ваттах.)  $R_1 = 3 \text{ Ом}$ ,  $R_2 = 2 \text{ Ом}$ ,  $R_3 = 1 \text{ Ом}$ , ЭДС источника  $5 \text{ В}$ , внутреннее сопротивление источника пренебрежимо мало.



## РЕШЕНИЕ

При последовательном соединении проводов сопротивления складываются: на верхнем участке сопротивление  $R_1 + R_2$ .

У параллельно соединённых участков одинаковое напряжение: на верхнем участке напряжение  $U = \mathcal{E}$ .

По закону Ома сила тока на верхнем участке

$$I = \frac{U}{R_1 + R_2} = \frac{5 \text{ В}}{3 \text{ Ом} + 2 \text{ Ом}} = 1 \text{ А}$$

Выделяемая мощность на резисторе  $R_2$  равна

$$P = I^2 R_2 = (1 \text{ А})^2 \cdot 2 \text{ Ом} = 2 \text{ Вт}$$

Ответ:

- 1) 2
- 2) 5
- 3) 8
- 4) 12

## ЗАДАНИЕ 13

По проволочной катушке протекает постоянный электрический ток силой 2 А. При этом поток вектора магнитной индукции через контур, ограниченный витками катушки, равен 4 мВб. Чему будет равен поток вектора магнитной индукции через этот контур (в мВб), если по катушке будет протекать постоянный электрический ток силой 0,5 А?

## РЕШЕНИЕ

Поток вектора магнитной индукции через контур  $\Phi = IL$ , ток уменьшился в 4 раза, следовательно, поток тоже уменьшился в 4 раза и стал равен 1 мВб.

Ответ:

- 1) 1
- 2) 4
- 3) 0,5
- 4) 0,25

## ЗАДАНИЕ 14

Угол падения света на горизонтальное плоское зеркало равен  $30^\circ$ . Каким будет угол  $\gamma$ , образованный падающим и отражённым лучами, если, не меняя положение источника света, повернуть зеркало на  $10^\circ$  так, как показано на рисунке? Ответ дайте в градусах.

## РЕШЕНИЕ

При повороте зеркала на  $10^\circ$  угол падения увеличится до  $40^\circ$ . Угол отражение равен углу падения. Угол  $\gamma = 40^\circ + 40^\circ = 80^\circ$ .

Ответ:

1) 80

2) 20

3) 40

4) 60



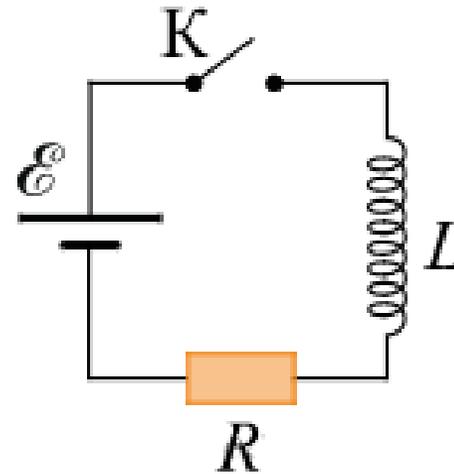
## ЗАДАНИЕ 15

Идеальная катушка индуктивности может быть подключена к источнику постоянного напряжения с пренебрежимо малым внутренним сопротивлением через резистор с сопротивлением  $R = 50 \text{ Ом}$  (см. рис.).

В момент времени  $t = 0$  ключ  $K$  замыкают. Значения силы тока в этой электрической цепи, измеренные в последовательные моменты времени, представлены в таблице.

$t, \text{ с}$	0	0,05	0,1	0,15	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6
$I, \text{ А}$	0	0,24	0,38	0,46	0,52	0,56	0,58	0,60	0,60

- 1) Напряжение на резисторе в момент времени  $t = 0,5 \text{ с}$  равно по модулю  $30 \text{ В}$ .
- 2) Модуль ЭДС самоиндукции катушки в момент времени  $t = 0 \text{ с}$  равен  $30 \text{ В}$ .
- 3) ЭДС источника напряжения равна  $60 \text{ В}$ .
- 4) Напряжение на катушке максимально по модулю в момент времени  $t = 0,6 \text{ с}$ .
- 5) Энергия катушки достигает максимума в момент времени  $t = 0,5 \text{ с}$  и после этого не изменяется.



## ЗАДАНИЕ 15

### РЕШЕНИЕ

1) Верно. В момент времени 0,5 с сила тока равна 0,6 А. По закону Ома для участка цепи напряжение на резисторе  $U=IR=0,6$  умножить на 50=30В.

2) Верно. В начальный момент времени ЭДС самоиндукции равна ЭДС источника тока, то есть 30 В.

3) Неверно. ЭДС источника равна 30 В, т.к. сопротивлением катушки и внутренним сопротивлением можно пренебречь.

4) Неверно. Катушка обладает очень малым сопротивлением, поэтому напряжение на ней равно 0.

5) Верно. Энергия магнитного поля катушки с током равна  $W=$  дробь: числитель:  $LI^2$  в квадрате, знаменатель: 2 конец дроби. Из таблицы видно, что сила тока растёт до 0,5 с, а в дальнейшем остается неизменной. Следовательно, энергия магнитного поля катушки достигает максимума в момент времени 0,5 с и после этого не меняется.

Ответ:

1) 125

2) 23

3) 34

4) 145

## ЗАДАНИЕ 16

Проволочная обмотка генератора переменного тока равномерно вращается в постоянном магнитном поле. Угловую скорость вращения увеличивают. Как изменятся частота генерируемого переменного тока и амплитуда ЭДС индукции, действующей в обмотке?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличится;
- 2) уменьшится;
- 3) не изменится.

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Частота переменного тока	Амплитуда ЭДС индукции в обмотке

## РЕШЕНИЕ

Увеличение угловой скорости вращения приведет к тому, что рамка будет вращаться быстрее, а значит, период вращения уменьшится. Частота переменного тока связана с изменением магнитного потока, т. е. с частотой вращения рамки, а значит, она увеличится.

ЭДС индукции, возникающей в контуре равна

$$\mathcal{E} = \left| \frac{\Delta\Phi}{\Delta t} \right|$$

Чем быстрее вращается рамка, тем больше изменяется поток магнитной индукции, а значит, ЭДС увеличится.

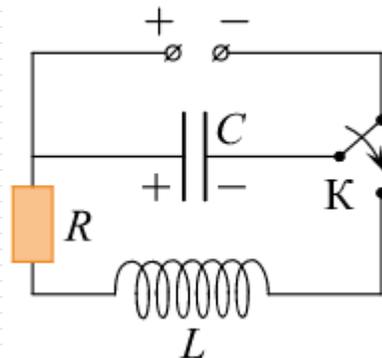
Ответ:

- 1) 11
- 2) 21
- 3) 23
- 4) 31

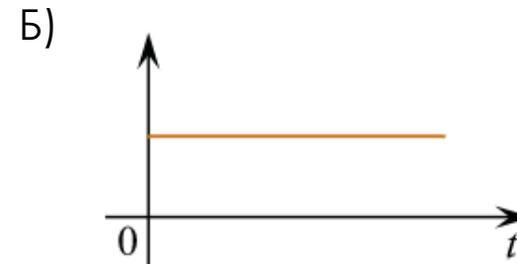
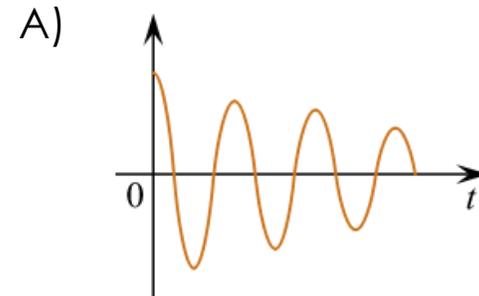
## ЗАДАНИЕ 17

Конденсатор колебательного контура подключен к источнику постоянного напряжения. Графики А и Б представляют зависимость от времени  $t$  физических величин, характеризующих колебания в контуре после переключения переключателя К в положение 2 в момент  $t = 0$ .

Установите соответствие между графиками и физическими величинами, зависимости которых от времени эти графики могут представлять. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.



### ГРАФИКИ



### ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

- 1) Заряд левой обкладки конденсатора
- 2) Сила тока в катушке
- 3) Энергия электрического поля конденсатора
- 4) Индуктивность катушки

А	Б

## ЗАДАНИЕ 17

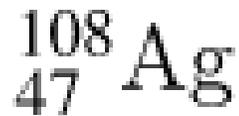
### РЕШЕНИЕ

На графике А представлена зависимость от времени физической величины, совершающей затухающие колебания. При этом в момент времени  $t=0$  эта величина имеет максимум. Такими характеристиками обладает заряд левой обкладки конденсатора, так как в момент начала колебаний весь заряд сосредоточен на конденсаторе, при чем левая обкладка до переключения переключателя в положение 2 была подключена именно к положительному полюсу батареи. Таким образом, график А соответствует заряду левой обкладки конденсатора (А — 1). Колебания затухают из-за выделения джоулева тепла на сопротивлении. На графике Б представлена величина, не меняющаяся со временем. Из предложенных вариантов ответа, подходит только индуктивность катушки. Эта величина является параметром катушки и никак не меняется в ходе колебаний. Следовательно, на графике Б представлена индуктивность катушки (Б — 4).

Ответ: 14

## ЗАДАНИЕ 18

Сколько протонов и нейтронов содержится в ядре



Число протонов	Число нейтронов

## РЕШЕНИЕ

Число протонов равно  $Z = 47$ ,  
число нейтронов  $N = A - Z = 108 - 47 = 61$ .

Ответ: 4761

## ЗАДАНИЕ 19

Как изменяются при альфа - распаде ядра следующие его характеристики: число протонов и число нейтронов?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличится;
- 2) уменьшится;
- 3) не изменится.

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Число протонов	Число нейтронов

## РЕШЕНИЕ

В ходе альфа -распада выполняется закон сохранения зарядового и массового чисел. Ядро испускает альфа - частицу, то есть ядро атома гелия  ${}^4_2\text{He}$ .

, а значит, ядро теряет два протона и два нейтрона. Таким образом, число протонов и число нейтронов при альфа-распаде уменьшается.

Ответ:

- 1) 22
- 2) 13
- 3) 21
- 4) 33

## ЗАДАНИЕ 20

Выберите все верные утверждения о физических явлениях, величинах и закономерностях.

Запишите в ответ их номера.

1) Вектор скорости материальной точки всегда направлен по касательной к её траектории.

2) В процессе кристаллизации постоянной массы вещества его внутренняя энергия увеличивается.

3) Разноимённые точечные электрические заряды отталкиваются друг от друга.

4) Явления интерференции и дифракции могут наблюдаться в любом диапазоне электромагнитных волн.

5) При переходе атома из одного стационарного состояния в другое стационарное состояние атом испускает или поглощает фотон.

## РЕШЕНИЕ

1) Верно. Вектор скорости направлен по касательной к траектории.

2) Неверно. В процессе кристаллизации тела постоянной массы внутренняя энергия уменьшается.

3) Неверно. Разноимённые точечные заряды притягиваются друг к другу.

4) Верно. Явления интерференции и дифракции присущи всем видам волн.

5) Верно. По второму постулату Бора при переходе из одного энергетического состояния в другое атом излучает или поглощает энергию.

Ответ:

1) 145

2) 123

3) 21

4) 35

## ЗАДАНИЕ 21

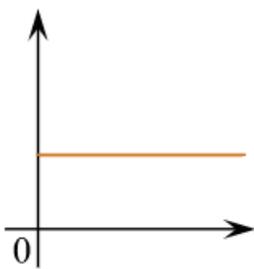
Даны следующие зависимости величин:

А) Зависимость периода колебаний маятника от частоты колебаний;

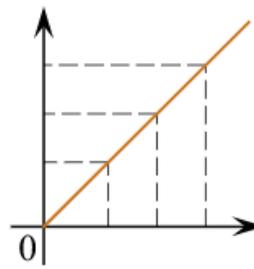
Б) Зависимость температуры тела, взятого при температуре плавления, от времени во время процесса кристаллизации;

В) Зависимость заряда от времени при гармонических колебаниях в колебательном контуре.

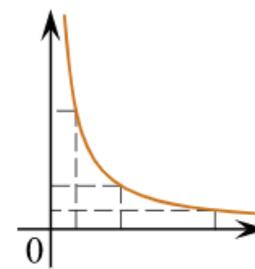
Установите соответствие между этими зависимостями и видами графиков, обозначенных цифрами 1–5. Для каждой зависимости А–В выберите соответствующий вид графика и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.



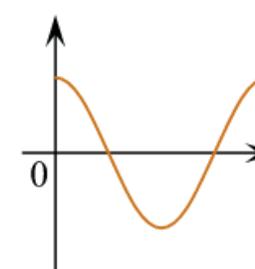
(1)



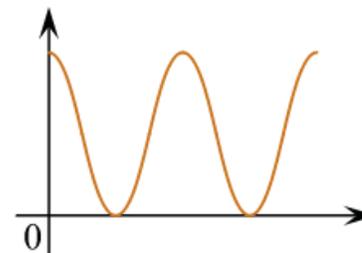
(2)



(3)



(4)



(5)

А	Б	В

## ЗАДАНИЕ 21

### РЕШЕНИЕ

А) Зависимость периода колебаний маятника от частоты колебаний обратно пропорциональная, графиком которой является (3).

Б) При кристаллизации тела, взятого при температуре плавления, его температура в течение всего процесса остается неизменной. Поэтому данной зависимости соответствует график (1).

В) Зависимость заряда от времени при гармонических колебаниях в колебательном контуре имеет вид

$$q = q_{max} \cos \omega t$$

, графиком которой является (4).

Ответ:

1) 314

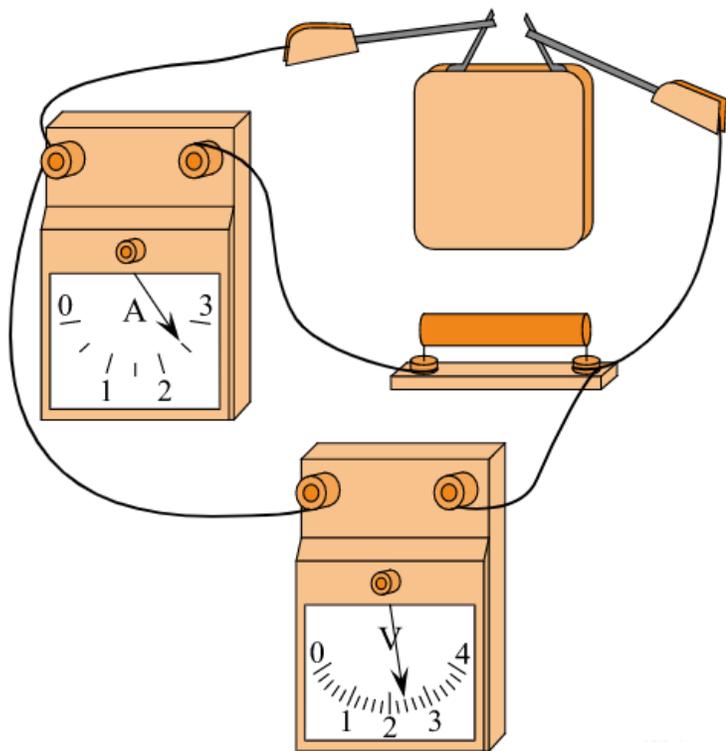
2) 512

3) 425

4) 142

## ЗАДАНИЕ 22

Определите погрешность прямого измерения показания амперметра, если она равна половине цены деления шкалы прибора.



## РЕШЕНИЕ

Из рисунка видно, что цена деления амперметра составляет 0,5 А. Погрешность по условию равна половине цены деления. Стрелка амперметра указывает на отметку 2,5 А. Таким образом, с учётом правил записи чисел с погрешностью сила тока на амперметре равна  $(2,50 \pm 0,25)$  А.

Ответ:

- 1) 0,25
- 2) 0,5
- 3) 0,02
- 4) 0,01

## ЗАДАНИЕ 23

Ученик проводит опыты по наблюдению дифракции света. В его распоряжении имеется набор светофильтров, различные дифракционные решётки и тонкие собирающие линзы. Ученик направляет перпендикулярно решётке параллельный пучок света, прошедшего через светофильтр. За решёткой параллельно ей располагается линза. В результате на экране, установленном в фокальной плоскости линзы, наблюдаются дифракционные максимумы. Какие два набора оборудования необходимо взять ученику для того, чтобы на опыте проверить, как зависят углы наблюдения главных максимумов от длины волны монохроматического света при его нормальном падении на дифракционную решётку?

№ набора	Период решётки, штрихов на мм	Длина волны света, пропускаемого светофильтром, нм	Фокусное расстояние линзы, см
1	300	650	15
2	300	550	17
3	200	650	19
4	250	600	21
5	400	500	25

## РЕШЕНИЕ

Условие дифракционного максимума

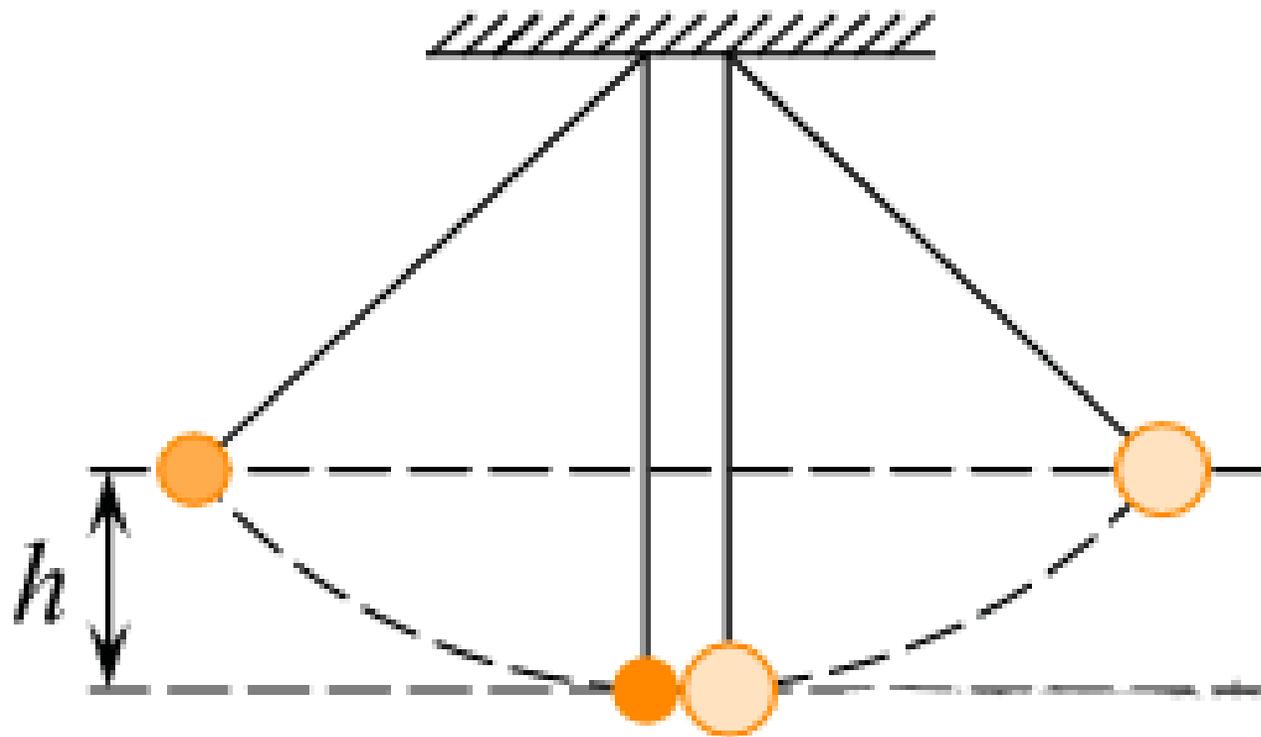
$$d \sin \varphi = k\lambda \Rightarrow \sin \varphi = \frac{k\lambda}{d}$$

Для наблюдения зависимости угла дифракции от длины волны необходимо взять решётки с одинаковым периодом и светофильтры, пропускающие свет с разной длиной волны. Таким условиям удовлетворяют опыты 1 и 2.

Ответ: 12

## ЗАДАНИЕ 24

Два абсолютно упругих шарика подвешены на длинных нерастяжимых вертикальных нитях одинаковой длины так, что центры шариков находятся на одной высоте и шарики касаются друг друга (см. рис.). Вначале отклоняют в сторону в плоскости нитей лёгкий шарик, отпускают его, и после лобового удара о тяжёлый шар лёгкий шарик отскакивает и поднимается на некоторую высоту  $h$ . Затем такой же опыт проводят, отклоняя из начального положения на ту же высоту тяжёлый шар. Во сколько раз высота подъёма лёгкого шарика после удара по нему тяжёлым шаром будет отличаться от той, что была в первом случае? Масса лёгкого шарика намного меньше массы тяжёлого, потерями энергии можно пренебречь.



## ЗАДАНИЕ 24

### РЕШЕНИЕ

1. Высота  $h$  подъёма лёгкого шарика в первом случае, очевидно, будет равна той, на которую его подняли. Это следует из законов сохранения импульса и механической энергии при абсолютно упругом ударе о массивный шар — лёгкий шарик просто отскакивает от неподвижного тяжёлого с той же по модулю скоростью, с какой он к нему приближался, и поднимается на исходную высоту.

2. Когда отклонили тяжёлый шар, он будет перед столкновением с неподвижным лёгким шариком иметь ту же скорость  $u$ , что и лёгкий шарик в первом случае.

3. В системе отсчёта, связанной с тяжёлым шаром, относительная скорость  $u$  лёгкого шарика после отскока сохранится по модулю, но изменит своё направление на противоположное.

4. Переходя обратно в неподвижную систему отсчёта, по закону сложения скоростей получаем, что отскок лёгкого шарика происходит с удвоенной скоростью:  $2u$ .

5. При дальнейшем движении лёгкого шарика с удвоенной начальной скоростью в силу закона сохранения энергии

$(m - m) \frac{m \cdot (2u)^2}{2} = mgH$  высота подъёма лёгкого шарика будет в 4 раза больше, чем в первом случае:  $H = 4h$ .

Ответ: 4

## ЗАДАНИЕ 25

В большом сосуде с жёсткими стенками, закрытом подвижным поршнем, находятся воздух и насыщенный водяной пар при температуре  $100^\circ\text{C}$ . Давление в сосуде равно  $300\text{ кПа}$ . Поршень переместили, поддерживая температуру содержимого сосуда постоянной. При этом половина водяного пара сконденсировалась. Какое давление установилось в сосуде? Ответ выразите в килопаскалях.

## РЕШЕНИЕ

В сосуде находятся воздух и насыщенный пар, при этом давление в сосуде состоит из суммы давлений двух газов:  $p = p_1 + p_2$ . Давление насыщенного пара при  $T = 100^\circ\text{C}$  равно  $p_1 = 100\text{ кПа}$ . Значит, давление воздуха  $p_2 = 200\text{ кПа}$ . Далее сказано, что половина водяного пара сконденсировалась, это означает, что газ в сосуде сжали при постоянной температуре. Давление насыщенного пара зависит только от температуры и, следовательно, при сжатии оно не изменилось ( $p'_1 = 100\text{ кПа}$ ). Запишем уравнение Менделеева — Клапейрона:  $pV = \frac{m}{M}RT$ . Масса водяного пара уменьшилась вдвое, а значит, объём также должен уменьшиться вдвое.

Масса воздуха осталась той же самой, но при уменьшении объёма в два раза при постоянной температуре давление должно вырасти в два раза. Следовательно,  $p'_2 = 400\text{ кПа}$ .

Давление в сосуде станет равным  $p' = p'_1 + p'_2 = 500\text{ кПа}$ .

Ответ: 500

## ЗАДАНИЕ 26

Электрон, движущийся с некоторой скоростью  $v_0$ , попадает в область однородного электрического поля. Работа, совершённая силами поля при движении электрона в области электрического поля, положительна и составляет 36% от величины кинетической энергии электрона, вылетающего из области поля. Определите отношение скорости вылетающего из области электрического поля электрона к его первоначальной скорости.

## РЕШЕНИЕ

Первоначальная энергия электрона при влете в электрическое поле  $E_{\text{нач}} = \frac{mv_0^2}{2}$ , энергия вылетающего электрона из электрического поля  $E_{\text{к}} = \frac{mv_{\text{к}}^2}{2}$ . Работа, совершённая силами поля при движении электрона в области электрического поля  $A_{\text{поля}} = \frac{36}{100} \frac{mv_0^2}{2}$ .  $E_{\text{к}} = E_{\text{нач}} + A_{\text{поля}}$ . Найдем отношение скорости вылетающего из области электрического поля электрона к его первоначальной скорости:

$$\frac{v_{\text{к}}}{v_0} = \sqrt{\frac{1}{0,64}} = \frac{1}{0,8} = 1,25$$

Ответ: 1,25